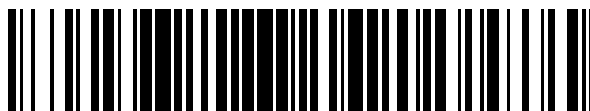


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 312**

51 Int. Cl.:
G01V 1/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **02735661 .7**
96 Fecha de presentación: **02.07.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1407225**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.04.2004**

54 Título: **Dispositivo de control para controlar la posición de un cable remolcado sísmico marino**

30 Prioridad:
14.07.2001 GB 0117186

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.03.2012

73 Titular/es:
**ATLAS ELEKTRONIK UK LIMITED
MEADOWS ROAD QUEENSWAY MEADOWS
NEWPORT, SOUTH WALES NP19 4SS, GB**

72 Inventor/es:
NICHOLSON, James Richard Stephen

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 377 312 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control para controlar la posición de un cable remolcado sísmico marino.

Esta invención se refiere a dispositivos de control para controlar la posición de un cable remolcado marino tal como una formación militar remolcada o un cable remolcado sísmico.

5 Formaciones o hidrófobos sísmicos remolcados son generalmente remolcados detrás de un buque y pueden tener cientos de metros de longitud. Para realizar un estudio sísmico, se remolcan una serie de hidrófobos, paralelos a una profundidad predeterminada por debajo de la superficie del agua. Dispositivos conocidos como "pájaros" ("birds") se usan para controlar la profundidad del hidrófobo en el agua. Sin embargo, en general, los pájaros de diseños de la técnica anterior no son capaces de corregir la alineación transversal de los hidrófobos, por ejemplo una corriente transversal afecta a la posición de un cable remolcado. Existe el deseo de poder controlar tal alineación transversal de manera que se impida en enredamiento de hidrófobos adyacentes y proporcionar una geometría óptima para la recogida de datos.

10 Los cables remolcados son generalmente desplegados y recuperados por medio de un chigre o torno. Otro problema de muchos diseños de la técnica anterior es que los pájaros son demasiado voluminosos para permitirles estar permanentemente fijados a los hidrófobos, teniendo necesariamente los pájaros que ser sujetados o retirados de los cables remolcados a intervalos a medida que los cables remolcados son desplegados o recuperados. Además, la estabilidad hidrodinámica de los diseños de la técnica anterior es cuestionable, particularmente después de un periodo de maneja a brazo en el campo.

15 El problema de controlar la alineación transversal de cables remolcados es en cierto grado aliviado por una propuesta del documento EP-B-0939910, que propone un pájaro que tiene dos alas planas controlables independientemente, configuradas para proporcionar control tanto lateral como transversal.

Sin embargo, el mismo dispositivo está diseñado con una longitud rígida que le impide ser almacenado mientras está unido al cable remolcado.

20 El documento US 3.893.403 divulga una aleta hidrodinámica en forma de anillo para unión por medio de una brida ajustable a un cable remolcado. La brida y un peso sujeto a la aleta hidrodinámica son ajustables para deprimir o mantener una posición lateral del cable remolcado. El cable remolcado no pasa a través de la aleta hidrodinámica de anillo sino que está sujeto en uso por la brida debajo del cable remolcado. La aleta hidrodinámica en forma de anillo está formada como una aleta aerodinámica con un borde delantero redondeado como y cuerpo posterior estrechado que termina en un borde trasero. Aletas de compensación pueden estar fijadas a la superficie exterior de la aleta hidrodinámica en anillo para ajustar el paso.

25 El documento US 2.325.616 divulga un anillo de guarnición con aletas cruzadas circunscritas para la fijación alrededor de un calabrote o cable remolcado para mantener el calabrote o cable a una profundidad constante a lo largo de su longitud. Las aletas están proporcionadas por dos miembros similares, cada uno de los cuales comprende una parte arqueada que define un cuarto de círculo para sujetar alrededor del calabrote o cable que termina en aletas radiales mutuamente ortogonales.

30 La presente invención se propone aliviar las desventajas de los diseños de la técnica anterior explicados anteriormente.

De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo de control según se ha expuesto en la reivindicación 1.

35 Realizaciones adicionales de la invención se incluyen en las reivindicaciones dependientes.

La montura puede comprender, convenientemente, un árbol hueco posicionado en la aleta aerodinámica anular y que se puede montar de manera rotativa alrededor de un eje longitudinal del cable remolcado. Alternativamente, la montura puede estar permanentemente fijada al cable remolcado y tener una superficie exterior montada de manera rotativa alrededor de la parte fija de la montura. La montura está preferiblemente dispuesta de manera que no esté alineada concéntricamente con la aleta aerodinámica anular. Los medios de control incluyen normalmente uno o más motores para ajustar la posición de rotación o traslación de la aleta aerodinámica anular.

40 En algunas realizaciones, los alerones tienen un plano de simetría radial al plano del anillo de la alta aerodinámica anular, y la aleta aerodinámica anular puede estar lastrada en una parte de su anillo de manera que hace que el dispositivo, cuando no se apliquen otras cargas, asiente con los montantes en una posición rotacional predeterminada con respecto a la horizontal. Una pluralidad de dispositivos lastrados en diferentes posiciones alrededor del anillo de la aleta aerodinámica anular pueden estar situados a una distancia similar a lo largo de la longitud de cables remolcados adyacentes para ayudar a la separación de los cables remolcados debido al efecto ascensional de los montantes de alerones posicionados rotacionalmente de manera diferente. Cada dispositivo de control puede ser hecho girar alrededor de 2 ejes. Uno esencialmente en alineación con el eje longitudinal del cable remolcado y uno esencialmente ortogonal al mismo (es decir, para inclinar la aleta aerodinámica anular en una

dirección hacia delante, hacia atrás, izquierda o derecha). El movimiento del dispositivo puede ser por ello efectuado en dos dimensiones, una dada por la elevación producida por los montantes de alerones cuando el dispositivo es hecho girar y una segunda producida por la aleta aerodinámica anular cuando se inclina el dispositivo.

5 Los medios de control incluyen uno o más alerones montados rotativamente entre la montura y la superficie interior de la aleta aerodinámica anular. Convenientemente, un único par de alerones están montados rotativamente en posiciones diametralmente opuestas. La rotación de cada alerón puede ser realizada de manera independiente por un motor. Opcionalmente, los alerones pueden estar conectados funcionalmente a dos salientes, uno que se extiende radialmente hacia fuera desde la superficie exterior de la montura y el otro radialmente hacia dentro desde la superficie interior de la aleta aerodinámica. Opcionalmente, uno del par de alerones está fijado en posición donde se une a la aleta aerodinámica anular y está libre para girar junto a la montura.

10 Cuando se desee, los medios de control pueden estar configurados para permitir que el par de alerones sean posicionados simultánea e independientemente, por ejemplo, cada uno de un par opuesto puede ser simultáneamente inclinado en el mismo ángulo de incidencia para proporcionar elevación en una dirección única sin rotación. La posición radial de los alerones alrededor del eje longitudinal del cable remolcado puede ser ajustada igualmente por medio de un motor. La rotación de la posición radial de los alerones alrededor del eje longitudinal origina deseablemente una rotación simultánea de la aleta aerodinámica anular alrededor del mismo eje. Alternativamente, los alerones están dispuestos dentro de un armazón o bastidor que puede girar libremente dentro del centro de la aleta aerodinámica anular. El armazón puede, por ejemplo, incorporar un armazón cilíndrico separado de la superficie interior de la aleta aerodinámica anular sólo mediante cojinetes que permiten girar al alerón anular y al armazón cilíndrico independientemente y ser fijados para girar al unísono.

20 Los motores de control pueden ser convenientemente alimentados por cables eléctricos que pasan a través del cable remolcado y conectados a una fuente de energía en el vehículo marino que lleva los cables remolcados. Alternativamente, los motores pueden ser alimentados por baterías. Los medios de control pueden ser puramente electromecánicos y ser operados manualmente o, alternativamente, pueden estar conectados con un sistema informático configurado para gestionar el posicionamiento de los cables remolcados dentro del agua. Unos tales medios de control por ordenador pueden comprender además un sistema de transductores para vigilar la posición real de los cables remolcados y de los componentes del dispositivo de control.

30 Se ha de entender que para los fines de esta invención, la expresión aleta aerodinámica anular pretende incluir anillos anulares con perfiles aerodinámicos de sección transversal variada. Estas formas de sección transversal pueden estar comprendidas entre una forma ovalada o elíptica simple y diseños de aleta aerodinámica más complejos. La aleta aerodinámica anular está montada alrededor del cable remolcado con sus puntos de sujeción tan cerca como sea posible coplanares con su centro ascensional, haciendo de ese modo mínimas las fuerzas requeridas para controlar su orientación.

35 Los componentes principales del dispositivo de control, es decir, la aleta aerodinámica anular y, cuando están incorporados, los alerones, son resistentes a la corrosión, ligeros y de materiales duros que son conocidos en la técnica y sin duda se les ocurrirán a los expertos métodos de fabricación a partir de su conocimiento del sector tecnológico pertinente, y pueden incluir titanio o aleaciones de aluminio.

40 El dispositivo de control de la invención se puede unir de manera separable a un cable remolcado o, preferiblemente, se puede fijar de manera permanente a un cable remolcado. El diseño de los dispositivos de control de la invención son suficientemente robustos y compactos para que puedan estar permanentemente fijados a un cable remolcado y pueden ser enrollados con el cable remolcado sobre un torno de diseño apropiado para almacenamiento y despliegue convenientes.

En otro aspecto, la invención proporciona un cable remolcado marino según se expone en la reivindicación 18.

El cable remolcado tiene preferiblemente cables eléctricos que llevan una fuente de energía a los medios de control.

45 Los dispositivos de control están de preferencia situados con separaciones de entre 100 y 500 metros a lo largo de la longitud del cable remolcado. El cable remolcado puede ser una formación militar remolcada. Opcionalmente, el cable remolcado puede ser un cable remolcado sísmico.

Para los fines de ejemplificación, se describirán ahora con más detalle algunas realizaciones de la invención con referencia a las figuras siguientes, en las cuales:

50 La figura 1 muestra en vista en perspectiva una realización de un dispositivo de control de la invención.

La figura 2 muestra en corte la realización del dispositivo de control como se muestra en la reivindicación 1.

La figura 3 muestra con más detalle la composición de una realización de un dispositivo de control similar al mostrado esquemáticamente en las figuras 1 y 2;

La figura 4 muestra un ejemplo de cable remolcado marino enrollado en un torno en una primera configuración.

La figura 5 muestra un ejemplo de cable remolcado marino enrollado en un torno de una segunda configuración.

Como se puede ver en las figuras 1 y 2, un dispositivo de control, generalmente designado como 1, comprende una superficie ascensional anular 2 que tiene una sección transversal 6 de forma generalmente aerodinámica. En el centro de la aleta aerodinámica anular hay una montura cilíndrica 3 que rodea la circunferencia de un cable remolcado marino (no mostrado). El eje de la montura no es concéntrico con la superficie interior de la aleta aerodinámica anular. El cilindro interior está fijamente montado en un cable remolcado marino y alrededor del mismo. Un par de alerones 4a, 4b están montados de manera rotativa alrededor de ejes radiales 5a, 5b entre la superficie exterior de la montura 3 y dos puntos diametralmente opuestos de la superficie interior de la aleta aerodinámica anular. El alerón 4a está fijamente conectado a la superficie interior de la aleta aerodinámica anular y puede girar en su extremo adyacente a la montura. El alerón 4b puede girar tanto con respecto a la superficie interior de la aleta aerodinámica anular como de la montura.

La posición rotacional de cada alerón 4a, 4b alrededor de los ejes 5a, 5b es controlable de manera independiente por un sistema de control (no mostrado). El conjunto que comprende los alerones 4a, 4b, los ejes 5a y 5b y el alerón anular 2 pueden todos ellos estar montados de manera rotativa alrededor del eje longitudinal del cable remolcado marino por medio de cojinetes de la montura 3. Alternativamente, la montura puede estar fija, pudiendo el cable remolcado girar con el dispositivo de control bajo el control de los medios de control.

Una disposición como se ha descrito en primer lugar anteriormente sería similar en apariencia a la mostrada en las figuras 1 y 2. Sin embargo, cada uno de los dos alerones 4a, 4b está fijado en posición tanto adyacente a la montura como a la superficie interior del alerón, siendo el plano de simetría de cada alerón radial con respecto al plano del anillo de la aleta aerodinámica anular, y estando el borde delantero de cada alerón dirigido en la misma dirección que el bode delantero del alerón anular. En tal realización, la montura 3 está configurada para permitir la rotación del alerón anular alrededor del cable remolcado.

Ahora se resumen los principios del diseño de la realización ilustrada en la figura 3. Los requisitos de diseño suponen que el dispositivo ha de ser operable a velocidades de hasta 30 nudos.

Haciendo referencia a la figura 3, el ángulo de ataque de la aleta aerodinámica anular es controlado por un servomotor 301 que está directamente acoplado a una caja de engranajes 302 que acciona un tornillo de regulación 303 de M6 por medio de un acoplamiento 304 de lengüeta y ranura, estando el tornillo de regulación montado en un cojinete 305 de bolas de contracto angular de doble fila, que es capaz de manejar las fuerzas tanto de empuje como de tracción generadas por el tornillo de regulación.

La tuerca 306 del tornillo de regulación es circular, y una corredera se ajusta dentro la envuelta. Las fuerzas verticales generadas por la barra de conexión son transferidas a través de la tuerca 306 del tornillo de regulación por medio de dos espigas 7 y en el otro extremo a un anillo de manivela 9, cuya finalidad es convertir el movimiento de empuje/tracción proporcionado por la barra de conexión en el movimiento de rotación del tubo de impulsión 10. El anillo de manivela 9 en retenido en posición en el tubo de impulsión 10 por medio de un tornillo prisionero 11 de cabeza hueca de punto de agarre, el cual se acopla con un orificio del tubo de impulsión 10.

Las fuerzas requeridas por el sistema para controlar el ángulo de incidencia de la aleta de anillo se calculan en el Ejemplo 1 de más adelante. Las fuerzas que proporcionará el sistema propuesto para controlar el ángulo de incidencia de la aleta aerodinámica anular se calculan en el Ejemplo 2 posterior.

El sistema de alerones es accionado por un servomotor eléctrico 12, estando el motor integrado con una caja de engranajes de reducción 13. El árbol de salida de la caja de engranajes está conectado a un árbol propulsor 15 por medio de un acoplamiento de ganchos 14. El árbol propulsor 15 contiene un dispositivo de deslizamiento dentro del mismo, de manera que su longitud puede variar, para absorber la variación de longitud requerida cuando cambia el ángulo de incidencia de la aleta aerodinámica.

El extremo de salida del árbol propulsor está conectado a un único engranaje de tornillo sinfín 16 de inicio por medio de un segundo acoplamiento 14 de ganchos. El engranaje de tornillo sinfín está montado en cojinetes de bolas 17, y se acopla con una rueda dentada 18 de 38 dientes, que está también montada en cojinetes 19 de rodillos.

La rueda de tornillo sinfín es de diseño convencional, pero la rueda dentada está concretamente adaptada para la finalidad mediante provisión de un cubo mayor que el estándar, un eje de muñón excéntrico girado en un extremo y sin orificio a través del mismo.

La rueda 16 de tornillo sinfín y la rueda dentada 18 están montadas en el anillo de manivela 9 que controla el ángulo de incidencia de la aleta aerodinámica anular, de ahí la necesidad de un árbol propulsor de longitud variable y dos acoplamientos de ganchos. La ventaja de montar el sistema de alerones de manera que se mueva con la aleta aerodinámica anular, es que la posición del alerón con relación a la aleta aerodinámica anular no cambiará cuando cambia la incidencia de la aleta aerodinámica anular.

El árbol del potenciómetro que detecta la posición de alerón 21 está fijo en el orificio del centro de la rueda dentada

18, en el lado opuesto al eje de muñón excéntrico 20. Cuando el movimiento máximo de la rueda dentada para plena incidencia de alerón en una dirección para plena incidencia en el otro es sólo de 190°, un potenciómetro 21 de 360° será un transductor satisfactorio.

5 El eje de muñón excéntrico 20 se acopla a un brazo de operación 22 que pasa a través de una hendidura en el tubo de accionamiento 10 que controla la incidencia de la aleta aerodinámica anular. Después pasa a través de una ranura de la lumbrera 29 del larguero de ala principal que tiene un corte de accionamiento cuadrado en su extremo. Este árbol discurre por la lumbrera de larguero de ala principal arriba a través de dos cojinetes 24 y 25 de rodillos de
10 aguja y un cojinete de empuje 26 junto con una junta 34 para evitar la entrada de agua por la lumbrera del larguero de ala principal, hasta un punto en el que el accionamiento cuadrado en el extremo de fuera borda del árbol se acopla con otro brazo de operación 27. El último brazo sale del larguero de ala principal a través de un par de hendiduras, y es después empotrado en el centro de la sección de aleta 28 del alerón. La aleta de alerón está hecha de dos mitades (la división es horizontal a lo largo de su línea central) que están atornilladas conjuntamente. Esto es para permitir que el brazo de operación 27 quede empotrado en la misma.

15 El larguero de ala principal está mostrado instalado en la elevación inferior de la figura 3. Con el fin de facilitar el requisito de ser retirable de la formación y ayudar al ensamble, es de lumbrera 29 en dos mitades y de estribor 30. Con el fin de transmitir su movimiento al ala de anillo, los extremos de fuera borda tienen impulsores cuadrados cortados en ellos que son conjugados de orificios cuadrados tallados en la aleta aerodinámica anular. La aleta aerodinámica anular está dividida longitudinalmente a través de la parte superior de estos orificios, de manera que hay mitades superior e inferior. Las dos mitades son mantenidas conjuntamente de la misma manera que las abrazaderas para la formación de 64 mm de diámetro (aunque a una escala mayor).
20

El lado de lumbrera del larguero principal 29 es hueco, y contiene el árbol 23 de accionamiento de alerón para el mecanismo de alerón descrito anteriormente. En su extremo de a bordo tiene una ranura para permitirle deslizar sobre el brazo de operación 22 que se acopla con el eje de muñón excéntrico. Parte de la porción ranurada en el extremo de a bordo del larguero de lumbrera está roscado, siendo esa rosca para recibir un perno 31 de 12 mm de
25 diámetro que se inserta a través de la mitad de estribor del larguero principal 30. Dentro de la cabeza del perno 31 hay un anillo tórico 32 que impide que el agua se desplace hacia abajo por el interior del larguero.

El cuerpo central de la unidad está hecho de cinco secciones. En el extremo delantero hay una unidad extrema delantera 35 que tiene un extremo frontal que es idéntico al extremo delantero de unidades (hembra) de formación de 64 mm, y lleva un conector estándar. El extremo trasero de esta unidad tiene un extremo hembra de unidad de formación de 64 mm, pero está abierto y por tanto no contiene un conector.
30

La siguiente unidad es la unidad 36 de motor/caja de engranajes de alerón, alojando esta unidad el motor/caja de engranajes de alerón y tiene orificios de 6 mm que discurren a través de ella arriba y abajo en el lado de lumbrera, para llevar los cables que discurren en la longitud del cable remolcado, y los cables pueden llevar energía al motor de control de incidencia de la aleta aerodinámica anular. En el lado de estribor inferior hay un orificio más para llevar los cables desde los potenciómetros que detectan las posiciones de la aleta aerodinámica anular y los alerones.
35

La parte trasera de esta unidad está provista de una sección lisa de 56 mm de diámetro que contiene un anillo tórico para obtener la sección central, junto con una parte roscada (macho) de M56 x 2. La sección lisa de 56 mm de diámetro tiene un orificio ciego de rosca M5 aterrajado en ella junto con un rebaje. Esto hace posible que una arandela de fijación sea montada para evitar que se destruya la junta.

40 La siguiente unidad es la sección central 37. Esta unidad está taladrada por cualquier extremo, llevando ambos extremos una sección plana de 56 mm de diámetro para obturar sobre los anillos tóricos en secciones adyacentes. Estas secciones planas tienen también orificios adecuadamente situados para los tornillos de fijación de M5 mencionados anteriormente. A continuación las secciones planas son secciones roscadas de M56 x 2 (hembra).

45 A continuación de cualquiera de los extremos roscados de M56, la unidad está perforada a un diámetro de 58 mm. El extremo delantero proporciona el espacio preciso para que el anillo de manivela 9 se mueva a través de 15° en cualquier sentido. El espacio trasero contiene el potenciómetro 38 de la aleta aerodinámica anular, junto con la barra de conexión 8.

Las dos secciones de 58 mm de diámetro contienen secciones de aluminio (no mostradas) que ajustan y están sujetas a las paredes de las secciones de 58 mm de diámetro. Estas secciones tienen orificios de 6 mm de diámetro taladrados a través de ellas, que se alinean con los orificios para cables del lado de la lumbrera en la unidad de motor/caja de engranajes del alerón, sección central y sección de motor/caja de engranajes de incidencia de la aleta aerodinámica anular. Esto significa que hay dos orificios de 6 mm de diámetro completamente forrados a través de la completa unidad para el paso de cables. Las dos secciones de 58 mm de diámetro están separadas por una sección maciza que tiene un orificio rectangular vertical mecanizado en ella (este puede ser mecanizado acabado, y a continuación fresado usando una limadora), controlando este la posición del anillo de manivela en un plano. La
50 sección maciza proporciona el metal en el que está mecanizado el orificio para el tubo de accionamiento o impulsor, junto con una ranura de anillo tórico a cada lado. Hay también un orificio de 6 mm a través de las partes superior e inferior de la sección maciza en el lado de lumbrera para los cables, junto con un orificio de 4 mm a través del lado
55

de estribor inferior para los cables de potenciómetros de la aleta aerodinámica anular.

El bloque 40 sitúa el potenciómetro 38 de incidencia de la aleta aerodinámica anular, y es retenido sobre la cara trasera de la sección maciza central por medio de dos tornillos (no mostrados). El potenciómetro de incidencia de la aleta aerodinámica anular tiene una rueda dentada de 28 dientes (0,5 MOD) unida a su árbol, engranando esta con una rueda dentada de 120 dientes que ha sido mecanizada para adaptarse al espacio disponible, y que está fijada a una espiga que está mecanizada en el lado del anillo de leva. En el movimiento completo de 30° de la incidencia del ala, esto hará girar el potenciómetro:

$$= 120/28 \times 30 \quad \text{grados}$$

$$= 128,6 \quad \text{grados}$$

De ese modo será satisfactorio un solo potenciómetro de giro.

La siguiente unidad que va a popa es la sección 39 de caja de engranajes de motor de la aleta aerodinámica anular. Esta aloja la caja de engranajes del motor, el acoplamiento cojinete y el tornillo de regulación. Tiene una rosca, junta y tornillo de fijación similares a los de la unidad de motor/caja de engranajes del alerón. Contiene extensiones de los orificios de 6 mm para cables en su lado de lumbreira. Así mismo, como la unidad de motor/caja de engranajes del alerón, tiene un extremo de formación macho estándar de 64 mm de diámetro en su extremo de popa, sin conector.

La parte final de la sección central es la unidad de popa 41, la cual tiene un extremo hembra estándar de 64 mm en su extremo delantero, pero sin conector, siendo la parte de popa de la unidad un extremo macho completamente estándar de 64 mm, con conector.

Ejemplo 1

Fuerzas requeridas para controlar el ángulo de incidencia de la aleta aerodinámica anular

Con el fin de minimizar las fuerzas requeridas para controlar el ángulo de incidencia de la aleta aerodinámica anular, la aleta aerodinámica anular debe ser montada tan cerca como sea practicable de su centro de elevación o ascensión. En la práctica, para un ala normal, el centro de ascensión está usualmente a una distancia que es el 25% de la longitud de cuerda desde el borde delantero. El centro de ascensión se mueve ligeramente de acuerdo con el ángulo de incidencia. En la práctica, para secciones simétricas de aleta aerodinámica el centro de ascensión se puede suponer que se sitúa en una banda entre 24% y 26% de la longitud de cuerda desde el borde delantero, para ángulos de incidencia razonables.

Debido a la tolerancia de fabricación, habrá alguna falta de certeza acerca de dónde estarán exactamente los centros de ascensión y arrastre de una aleta aerodinámica anular y también para permitir algo de fricción dentro del pivote de aleta aerodinámica anular y cojinetes de barra de conexión; se supondrá que la fuerza de impulsión máxima requerida es equivalente a montar la aleta aerodinámica en un punto que sea el 10% de la cuerda desde el centro de ascensión real.

La aleta aerodinámica anular está hecha de manera que tiene un diámetro de 250 mm medidos desde el centro de su cuerda, y entonces se puede ver que la longitud de la cuerda resulta ser:

$$100 \times 250/180 = 138,9 \text{ mm}$$

Usando un área plana nominal de la aleta aerodinámica anular de cuerda x diámetro nominal. Es decir Área = 0,10 x 018 metros².

El valor máximo de C_L , conseguido a 15° es 1,05. Aplicando lo siguiente:

$$\text{Fuerza ascensional} = (C_L \times \text{Densidad} \times \text{Área} \times \text{Velocidad}^2) / (2 \times g_0)$$

Entonces, a 30 nudos:

$$\text{Fuerza ascensional} = (1,05 \times 1000 \times 1,03 \times 0,25 \times 0,1389 \times (15,44)^2) / (2 \times 9,81) \text{ Kg.}$$

$$= 456,32 \text{ Kg.}$$

$$= 4476,5 \text{ Newton}$$

Para una cuerda real de 103 mm, un desplazamiento del 10% sería de:

$$0,1 \times (103 \times 250)/180 = 14,31 \text{ mm}$$

De ese modo el par requerido para impulsar la aleta aerodinámica anular en incidencia máxima a 30 nudos es:

$$\begin{aligned}\text{Par} &= 4476,5 \times 0,01431 \text{ Newton metros} \\ &= \underline{64,1 \text{ Nm.}}\end{aligned}$$

5 **Ejemplo 2**

Fuerzas generadas para controlar el ángulo de incidencia de la aleta aerodinámica anular

10 El motor seleccionado para controlar el ángulo de ataque del ala de anillo es un Portescap 28 L 28, el cual tiene una especificación de par intermitente máximo de 57 mNm. La caja de engranajes propuesta es del mismo fabricante, y es una R 32.0 con una reducción de 72,3 :1, y un rendimiento de 65%. Tiene una especificación de par continuo de 4,5 Nm y una especificación de par estático de 20 Nm. Si la especificación intermitente del motor se multiplica por la reducción de engranajes y el rendimiento:

$$0,57 \times 72,3 \times 0,65 = 2,679 \text{ Nm}$$

Esto está muy dentro de la capacidad especificada continua de cajas de engranajes.

15 La caja de engranajes impulsa una rosca de tornillo de M6 x 1,0. Se sabe que para apretar el tornillo de M6 promedio se requieren 2,8 kgm de par, y esto producirá una carga de 2030 Kg.

Debido a que el tornillo está montado en un cojinete de rodillos, es razonable suponer que el par requerido para superar la fricción en el extremo de cabeza del tornillo se eliminará sensiblemente. Sería también una estimación conservadora suponer que la mitad del par de fricción a superar es generado en el extremo de cabeza. Esto es debido a que el radio al que se genera la fricción es mayor para la cabeza que para la rosca.

20 Si se considera que al tornillo se le da una vuelta bajo las condiciones anteriores, pero se supone que está elevando un peso, en vez de ser precisamente apretado, entonces:

$$\begin{aligned}\text{Trabajo para apretar el tornillo} &= 2,8 \times 2p \text{ kgm} \\ &= \underline{17,593 \text{ kgm}}\end{aligned}$$

$$\text{Trabajo mecánico hecho} = 2030/0,001 \text{ kgm}$$

$$25 \quad \quad \quad = \underline{2,03 \text{ kgm}}$$

$$\begin{aligned}\text{Por tanto, par de fricción total} &= 17,593 - 2,03 \text{ kgm} \\ &= 15,563 \text{ kgm}\end{aligned}$$

De ese modo la adición de la montura de cojinete de bolas para el tornillo reducirá el trabajo total requerido a:

$$\begin{aligned}30 \quad \quad \quad &= 15,563/2 + 2,03 \text{ kgm} \\ &= \underline{9,812 \text{ kgm}}\end{aligned}$$

O, dicho de otro modo, el par requerido para apretar el tornillo original se reduce de 2,8 kgm a:

$$\begin{aligned}&= 2,8 \times 9,812 / 17,593 \\ &= 1,562 \text{ kgm} \\ &= \underline{15,32 \text{ Nm}}\end{aligned}$$

35 La combinación del invento de caja de engranajes de motor produce 2,679 Nm, de modo que la fuerza de empuje/tracción calculada disponible del tornillo será:

$$\begin{aligned}2030 \times 2,679 / 15,32 &= 354,98 \text{ Kg.} \\ &= \underline{3482,35 \text{ N}}\end{aligned}$$

40 Dentro del diseño propuesto, el ángulo mínimo de la barra de conexión al eje del tornillo es de 17°, y el radio efectivo mínimo de la barra de conexión es de 19,97 mm.

El efecto de que la barra de conexión forme un ángulo con el tornillo es realmente aumentar la fuerza de empuje / tracción en de la barra de conexión. Esto es debido a que los cojinetes de rodillos que soportan las cargas verticales

aplicadas a la tuerca de M6 por la barra de conexión contribuyen realmente a la carga en la barra de conexión.

Dado que la fuerza del tornillo es de 3482,35 N, la fuerza de empuje/tracción en la barra de conexión será:

$$= 3482,35 / \cos 17^\circ \text{ N}$$

$$= 3641,46 \text{ N}$$

- 5 Esta fuerza que actúa a un radio de 19,97 mm producirá un par sobre el tubo que impulsa o acciona el ala de anillo de:

$$= 3641,46 \times 19,97 / 1000 \text{ Nm}$$

$$= 72,72 \text{ Nm}$$

- 10 Cuando se compara con la cifra requerida de 64,1 Nm calculada en el Ejemplo 1, esto muestra que el sistema tendrá aproximadamente 13% más par que el requerido, incluso a 30 nudos con un ángulo de incidencia plena de 15° .

Ciertos lubricantes y compuestos de anti-agarrotamiento comercialmente disponibles pueden reducir el coeficiente de fricción de la región de 0,19-0,25 a 0,05, de modo que se vería que un par esperado de 72,72 Nm puede ser conservador.

15 **Ejemplo 3**

Tiempo de respuesta de la aleta aerodinámica anular

Desde la posición de incidencia cero, la respuesta del mecanismo es ligeramente asimétrica, requiriendo 5,69 vueltas del tornillo en un sentido para conseguir los plenos 15° de incidencia, y 5,79 vueltas en el otro sentido.

- 20 Si se mira en el sentido más lento (5,79 vueltas). A la carga requerida para operación a 30 nudos, la velocidad del motor variará entre 3500 y 8000 r.p.m. Por tanto, si se supone una velocidad media del motor de:

$$= (3500 + 8000) / 2 \text{ r.p.m.}$$

$$= 5750 \text{ r.p.m.}$$

Entonces el tiempo utilizado para aplicar 15° de incidencia será:

$$= 5,79 \times 72,3 \times 60 / 5750 \text{ segundos}$$

- 25 $= 4,37 \text{ segundos}$

A la velocidad operativa señalada de 10 nudos, la carga se reducirá a 11% de su valor previo, y el motor alcanzará 8000 r.p.m. a través de todo el movimiento, reduciendo así el tiempo para aplicar 15° de incidencia de la aleta aerodinámica a:

$$= 5,79 \times 72,3 \times 60 / 8000 \text{ segundos}$$

- 30 $= 3,14 \text{ segundos}$

Ejemplo 4

Par requerido de operación del alerón

- 35 Dos desviadores de aleta aerodinámica anular de 180 mm de diámetro fueron ambos arrollados alrededor de 30° a 30 nudos. Dado que el contrapeso en cada aleta aerodinámica anular era de 1 Kg., y que estaba situado en radio de 90 mm desde el centro del ala, el momento de corrección aplicado cuando ha sido hecho girar el anillo 30° es:

$$1000 \times 90 \sin 30 = 45000 \text{ gramos mm}$$

Dado que el contrapeso habrá sido curvado (para ajustar la aleta aerodinámica), su centro de gravedad probablemente estará en un radio ligeramente menor, por lo que el momento de corrección fuera probablemente un poco menor que la cifra calculada.

- 40 Si se escala ahora esta cifra para tener en cuenta el mayor tamaño previsto de la aleta aerodinámica anular:

$$\text{Momento de corrección} = 45000 \times (250/180)^3 \text{ gramo mm}$$

$$= 120563,27 \text{ gramos mm}$$

$$= 0,12056 \text{ kgm}$$

La rigidez del cable remolcado variará de acuerdo con la posición a lo largo del cable remolcado a la que se sitúa la aleta aerodinámica anular, la longitud y la rigidez del cable de remolque, etc.

- 5 Sería probablemente lo mejor que la formación fuera desplegada con la aleta aerodinámica anular y su alerón emplumados, para que el cable remolcado pudiera adoptar su orientación natural antes de que empezaran las operaciones de control con la aleta aerodinámica anular.

Debido a las incertidumbres en la cantidad de momento de corrección requerida, se ha decidida diseñar para un momento de corrección de 0,25 kgm a 10 nudos, lo que es ligeramente más de dos veces la cifra calculada anteriormente,

- 10 Cuando se escala hasta 30 nudos, este resulta de 2,25 kgm.

Ejemplo 5

Momento de corrección generado por el sistema de alerón

El alerón tiene la misma longitud de cuerda que los montantes (138,9 mm), y ocupa la mitad del espacio o vano completo entre el cuerpo de control central y la aleta aerodinámica anular. Esto da un espacio de:

$$15 \quad = 125 - 21/2 - 64/2 \quad \text{mm}$$

$$= 82,5 \quad \text{mm}$$

Está soportado en el árbol de soporte de la aleta aerodinámica anular y pivota alrededor del mismo. El alerón tiene una relación de aspecto de:

$$= 82,5/138,9$$

$$20 \quad = 0,594$$

La proximidad de la aleta aerodinámica anular y el cuerpo de control central a las puntas del alerón tendrá un efecto profundo sobre su relación de aspecto aparente, haciéndola parecer mucho mayor de lo que es realmente. Si se supone que la relación de aspecto efectiva del alerón es 2, entonces se pueden esperar los valores siguientes de C_L :

Angulo de incidencia grados	Coficiente de ascensión	Aumento de coeficiente de ascensión para 5° de aumento de incidencia
20	1,02	0,26
15	0,76	0,24
10	0,52	0,26
5	0,26	0,26

- 25 De donde se puede apreciar que el aumento mínimo en C_L para un aumento de 5° de incidencia es 0,24 cuando el ángulo de incidencia se aumenta de 10° a 15°. Por tanto, utilizando esta cifra cuando se le dan al alerón 5° de incidencia para la aleta aerodinámica anular, la fuerza ascensional adicional generada será:

$$= (C_L \times \text{Densidad} \times \text{Area} \times \text{Velocidad}^2) / (2 \times g_0)$$

$$= (0,24 \times 1000 \times 1,03 \times 0,0825 \times 0,1389 \times (15,44)^2) / (2 \times 9,81) \text{ Kg.}$$

$$30 \quad = 34,42 \quad \text{Kg.}$$

El radio efectivo al cual se aplica esta fuerza es:

$$= 82,5/2 + 32 \quad \text{mm}$$

$$= 73,25 \quad \text{mm}$$

Por tanto, el efecto de aplicar 5° de incidencia al alerón será el de aplicar un par de:

$$35 \quad = 34,42 \times 0,07325 \quad \text{kgm}$$

$$= 2,52 \text{ kgm}$$

para la aleta aerodinámica anular.

(Objetivo 2,25 kgm)

- 5 Utilizando los coeficientes de hoja de datos del Grupo 'C', el valor de C_L para 20° es 1,02 (cuando se aplican 15° de incidencia a la aleta aerodinámica anular junto con 5° de incidencia adicional de alerón), pero este valor de C_L es irreal cuando la completa aleta aerodinámica anular tiene un mejor valor de C_L de 1,05 a 15° , basado sólo en el área proyectada (el área real es tres veces el área proyectada). Se vería razonable suponer que cuando la aleta aerodinámica anular es realmente un tri-plano, la proporción del valor de C_L contribuido por la sección central fuera 1/3. Si se supone que los 5° de incidencia se comportan de manera normal, entonces C_L será:

$$10 = 1,05/3 + 0,24$$

$$= 0,59$$

De manera que la fuerza ascensional total máxima sobre el alerón será:

$$= (0,59 \times 1000 \times 1,03 \times 0,0825 \times 0,1389 \times (15,44)^2) / (2 \times 9,81) \text{ Kg.}$$

$$= 84,62 \text{ Kg.}$$

- 15 Si se supone que el alerón puede ser montado dentro del 5% de la longitud de cuerda del centro de fuerza ascensional, entonces la hidrodinámica fuera del momento de equilibrio será:

$$= 84,62 \times 138,9 \times 0,05 \text{ kgm}$$

$$= 0,588 \text{ kgm}$$

- 20 El par de fricción requerido para hacer girar el alerón alrededor de su árbol se aproxima a:

$$= \text{Fuerza} \times \text{Coeficiente de fricción} \times \text{Radio.}$$

$$= 84,62 \times 0,1 \times 0,012 \text{ kgm}$$

$$= 0,102 \text{ kgm}$$

Si estos dos pares se suman ahora conjuntamente, el par total requerido para impulsar el alerón es:

$$25 = (0,588 + 0,102) \times 9,81 \text{ Nm}$$

$$= 6,77 \text{ Nm}$$

El motor seleccionado para impulsar el sistema de alerón tiene una especificación de par intermitente de 14,5 mNm, y una especificación de par continuo de 5,9 mNm.

- 30 Este está conectado a una caja de engranajes que tiene una especificación de par de salida dinámico máximo de 100 mNm. La relación de reducción será 5 : 1; el rendimiento de esta caja de engranajes no es conocido, pero se supondrá que es del 80%, por lo que el par máximo disponible de la caja de engranajes es:

$$= 14,5 \times 0,8 \times 5 \text{ mNm}$$

$$= 58 \text{ mNm}$$

Especificación del par continuo:

$$35 = 5,9 \times 0,8 \times 5 \text{ mNm}$$

$$= 23,6 \text{ mNm}$$

No hay cifras disponibles para el rendimiento de acoplamientos de ganchos, de modo que para los fines de este ejercicio, se supondrá una cifra conservadora de 95% para cada junta. Por tanto, el par disponible para impulsar la rueda de tornillo sinfín es:

$$40 \text{ Intermitente} = 58 \times 0,95 \times 0,95 \text{ mNm}$$

$$= 52,3 \text{ mNm}$$

$$\begin{aligned}\text{Continuo} &= 23,6 \times 0,95 \times 0,95 \text{ mNm} \\ &= \underline{21,3} \text{ mNm}\end{aligned}$$

5 La caja de engranajes de tornillo sinfín y rueda dentada tiene una relación de reducción de 38:1, siendo conocido que el rendimiento de cajas de engranajes similares es del orden del 60%; con el fin de quedar en el lado seguro sin equivocarse, se supondrá que esta disposición de engranajes tiene un rendimiento del 50%. Por tanto la salida de la caja de engranajes será:

$$\begin{aligned}\text{Intermitente} &= 52,3 \times 38 \times 0,5 \text{ mNm} \\ &= \underline{993,7} \text{ mNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Continuo} &= 21,3 \times 38 \times 0,5 \text{ mNm} \\ 10 &= \underline{404,7} \text{ mNm}\end{aligned}$$

La rueda de la caja de engranajes acciona una manivela con 3 mm de radio, por lo que la fuerza de accionamiento disponible en la manivela es:

$$\begin{aligned}\text{Intermitente} &= 993,7 / 3 \text{ N} \\ &= \underline{331,2} \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}15 \text{ Continuo} &= 404,7 / 3 \text{ N} \\ &= \underline{134,9} \text{ N}\end{aligned}$$

Cuando la manivela está en la posición de incidencia de alerón cero con respecto a la aleta aerodinámica anular, es capaz de aplicar una fuerza de 331,2 N al brazo operativo del alerón, a un radio de 38 mm, de manera que se aplica un par al alerón de:

$$\begin{aligned}20 &= 331,2 \times 0,038 \text{ Nm} \\ &= \underline{12,58} \text{ Nm}\end{aligned}$$

25 Cuando gira la manivela para producir la incidencia plena del alerón, el radio efectivo de la manivela se reduce como el coseno del ángulo a través del cual se ha movido, de manera que a medida que se aproxima a la incidencia total, la ventaja mecánica de la manivela sobre el alerón se aproxima al infinito. Como consecuencia, está siempre disponible un par de al menos 12,58 Nm para impulsar el alerón (Requisito máximo 6,77 Nm).

La bibliografía de fabricantes de engranajes indica que el tornillo sinfín y la rueda seleccionados son apropiados para funcionamiento continuo a 760 mNm de par. Si se impone esta limitación al sistema, entonces el par máximo que puede ser aplicado en la posición de incidencia cero es:

$$\begin{aligned}30 &= 12,58 \times 760 / 993,7 \text{ Nm} \\ &= \underline{9,62} \text{ Nm}\end{aligned}$$

Esto es todavía un 42% más que el requisito máximo calculado de 6,77 Nm.

Con el fin de aplicar incidencia plena de alerón, la manivela tendrá que girar 95°. Para hacer girar la manivela 95°, el motor tendrá que girar a:

$$\begin{aligned}35 &= 95 / 360 \times 38 \times 5 \text{ revs} \\ &= 50,14 \text{ revs}\end{aligned}$$

A su especificación de carga intermitente máxima, el motor puede girar a 4000 r.p.m., por lo que el tiempo consumido para aplicar el pleno alerón será:

$$\begin{aligned}&= 50,14 / 4000 \times 60 \text{ seg} \\ &= \underline{0,76} \text{ seg}\end{aligned}$$

40 Análisis de tensión

El larguero principal de alerón está hecho de acero inoxidable de especificación BS S145, lo que es particularmente apropiado para esta aplicación, ya que puede ser endurecido por un procedimiento de tratamiento muy moderado, lo que significa que el artículo puede ser acabado a máquina en estado blando, y no existirá deformación en el

endurecimiento. El acero es endurecido hasta aproximadamente 400-455 Vickers, lo que equivale a 1290 N/mm². Como es un material duro, es razonable suponer que el límite convencional de elasticidad de 0,2 estará en la región de 80% de este valor, o 1032 N/mm².

- 5 Si se supone que la tensión dentro del material no ha de alcanzar más de 2/3 del límite convencional de elasticidad de 0,2, entonces el nivel de tensión aceptable para este material será:

$$\begin{aligned} &= 1032 \times 2/3 && \text{N/mm}^2 \\ &= 688 && \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

- 10 El larguero es para resistir una carga central situada sobre el mismo de 1 tonelada (9810 N). Si se considera el larguero como dos voladizos que sobresalen del cuerpo central, y que la carga se aplica al larguero en el centro del espesor de la aleta aerodinámica anular, entonces:

$$\begin{aligned} \text{Máximo momento de flexión aplicado} &= 9810/2 \times (125 - 32) && \text{Nmm} \\ &= 456165 && \text{Nmm} \end{aligned}$$

Si se considera que el larguero es un tubo con un espesor de pared de 3 mm, como está dentro de parte del cuerpo central, entonces:

- 15 Segundo momento de área = $\pi \times (d_1^4 - d_2^4)/64$
- $$\begin{aligned} &= 3,142 \times (24^4 - 18^4)/64 && \text{mm}^4 \\ &= 11133,019 && \text{mm}^4 \end{aligned}$$

La tensión máxima dentro del material en el punto en que entra en el cuerpo central está dada por:

Tensión = Momento de flexión x distancia desde la fibra más externa al eje neutro

- 20 Segundo momento de área
- $$\begin{aligned} &= (456165 \times 24/2) / 11133,019 && \text{N/mm}^2 \\ &= 491,69 && \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

Esto está muy dentro de lo estimado de la tensión aceptable dada anteriormente.

- 25 Según se puede ver en las figuras 4 y 5, un cable remolcado marino de acuerdo con la invención comprende un cable remolcado de construcción generalmente convencional, pero caracterizado por la inclusión de una pluralidad de dispositivos de control 1 permanentemente fijados a distancias periódicas a lo largo de la longitud del cable remolcado. En la figura 4, los cables remolcados están enrollados en una primera configuración en la que tramos de cable remolcado que no llevan un dispositivo de control 1 están enrollados sobre un primer cilindro 411 de un torno 409, mientras que tramos del cable remolcado que llevan un dispositivo de control están enrollados sobre un
- 30 segundo cilindro 412 del torno 409. Las dos partes enrolladas del cable remolcado están separadas por un separador circular 419 ranurado, pudiendo ser hecho pasar el cable del cable remolcado a través de las ranuras del separador para mantener un arrollamiento compacto del torno.

- 35 En la figura 5, todo el cable remolcado con dispositivos de control 1 está enrollado en un único cilindro de una bobina 509. Es probable que esta disposición sea menos compacta en una dimensión radial que la de la figura 4 y más propensa a enredamiento, pero puede ser ventajosa por el hecho de que pueda ser enrollada más rápidamente y de manera más fácil automáticamente.

Se ha de entender que las descripciones concretas precedentes son meramente ejemplares y no se pretende que limiten el alcance de la invención según se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de control (1) para controlar la posición de un cable remolcado marino, comprendiendo el dispositivo de control:

una aleta aerodinámica anular (2)

5 una montura (3) dispuesta para montar la aleta aerodinámica anular sobre y alrededor del cable remolcado; y

medios de control (4a, 4b) dispuestos para controlar la inclinación y/o rotación de la aleta aerodinámica para ajustar la posición lateral y/o profundidad del cable remolcado;

caracterizado porque

10 los medios de control comprenden uno o más alerones (4a, 4b) montados de manera rotativa a lo largo de una cuerda o parte de una cuerda de la aleta aerodinámica anular que pasa a través del centro de la montura (3), y que conecta la montura a la superficie interior de la aleta aerodinámica anular.
2. Un dispositivo de control según la reivindicación 1, en el que la montura (3) comprende un árbol hueco situado dentro de la aleta aerodinámica anular (2) y que se puede montar de manera rotativa alrededor de un eje longitudinal de un cable remolcado.
3. Un dispositivo de control según la reivindicación 1, en el que la montura (3) está dispuesta para ser permanentemente fijada al cable remolcado y tiene una superficie exterior montada rotativamente alrededor de una parte fija de la montura (3).
4. Un dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la montura (3) no es concéntrica con la aleta aerodinámica anular.
5. Un dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los medios de control incorporan un motor electromecánico (301) dispuesto para ajustar la posición rotacional y/o lateral de la aleta aerodinámica anular.
6. Un dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la aleta aerodinámica anular está ponderada en una parte de su anillo de manera que haga que el dispositivo, cuando no se aplican otras cargas, se oriente con los alerones en una posición rotacional predetermina con respecto a la horizontal.
7. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos un alerón (4b) está montado de manera rotativa alrededor de un par de puntos de pivotamiento, que se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior de la montura (3) y radialmente hacia dentro desde la superficie interior del alerón anular (2).
8. Un dispositivo de control según las reivindicaciones 5 ó 7, en el que los medios de control incorporan uno o más pares de alerones (4a, 4b) que están montados de manera rotativa en posiciones diametralmente opuestas.
9. Un dispositivo de control según la reivindicación 8, en el que los medios de control comprenden un único par de alerones (4a, 4b) que están montados de manera rotativa en posiciones diametralmente opuestas, estando uno primero de dichos alerones (4a) conectado fijamente a la superficie interior de la aleta aerodinámica anular y montado rotativamente con respecto a la montura y estando el segundo de dichos alerones (4b) montado rotativamente con respecto tanto a la montura (3) como a la aleta aerodinámica anular (2).
10. Un dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que los medios de control incorporan uno o más motores electromecánicos (12) para controlar la posición rotacional de los alerones alrededor de su eje de rotación (5a, 5b).
11. Un dispositivo de control según la reivindicación 10, en el que hay una pluralidad de alerones (4a, 4b), y la posición rotacional de al menos uno de los alerones (4a) alrededor de su eje de rotación es controlable con independencia de la posición rotacional de uno o más de los otros alerones (4b) alrededor de sus respectivos ejes de rotación (5a, 5b).
12. Un dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el alerón o alerones (4a, 4b) son hechos cambiar su posición de traslación cuando el alerón anular (2) es hecho girar alrededor de la montura (3).
13. Un dispositivo de control según las reivindicaciones 5, 7 u 11, en el que los motores electromecánicos (301,

- 12) están dispuestos para ser alimentados por cables eléctricos que pasan a través del cable remolcado y conectados a una fuente de energía en un vehículo marino que lleva los cables remolcados.
14. Un dispositivo de control según la reivindicación 5 o la 10, en el que los motores electromecánicos (301, 12) son alimentados por baterías.
- 5 15. Un dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 10, en el que los motores electromecánicos (301, 12) son accionados manualmente.
16. Un dispositivo de control según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que los medios de control incorporan un sistema informático configurado para gestionar el posicionamiento de los cables remolcados dentro del agua.
- 10 17. Un dispositivo de control según la reivindicación 16, en el que los medios de control comprenden además un sistema de transductores para vigiar la posición real de los cables remolcados y/o los componentes del dispositivo de control.
- 15 18. Un dispositivo de control según cualquier reivindicación precedente, en el que los medios de control incorporan uno o más alerones (4a, 4b) montados alrededor de un diámetro o parte de un diámetro que pasa a través del centro de la montura (3) y que conecta la montura a la superficie interior de la aleta aerodinámica anular (2) y los bordes delanteros de los alerones están dirigidos esencialmente hacia delante de la cara delantera de la aleta aerodinámica anular.
19. Un cable remolcado marino que comprende:
- 20 un cable alargado flexible que lleva a lo largo de su longitud una pluralidad de hidrófonos y una pluralidad de dispositivos de control (1) según se reivindican en cualquiera de las reivindicaciones precedentes para controlar la posición del cable remolcado marino en el agua, estando los dispositivos de control separados a lo largo de la longitud del cable remolcado y montados permanentemente alrededor del mismo.
- 25 20. Un cable remolcado marino según la reivindicación 19, en el que la aleta aerodinámica anular esta montada alrededor del cable remolcado con puntos de unión tan cerca como es posible en el plano de su centro ascensional.
21. Un cable remolcado marino según las reivindicaciones 19 ó 20, en el que los dispositivos de control están situados a separaciones de entre unos 100 y unos 500 metros a lo largo de la longitud del cable remolcado.
- 30 22. Un cable remolcado marino según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, en el que el cable remolcado es una formación militar remolcada.
23. Un cable remolcado marino según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, en el que el cable remolcado es un cable remolcado sísmico.
- 35 24. Un cable remolcado marino según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, que comprende una pluralidad de dispositivos de control ponderados en respectivas posiciones diferentes alrededor del anillo de la aleta aerodinámica anular y situados a separaciones similares a lo largo de la longitud del cable remolcado para ayudar a la separación del cable remolcado de cables remolcados similares debido a los respectivos efectos ascensionales de los alerones diferentemente posicionados rotacionalmente.

Fig.1.

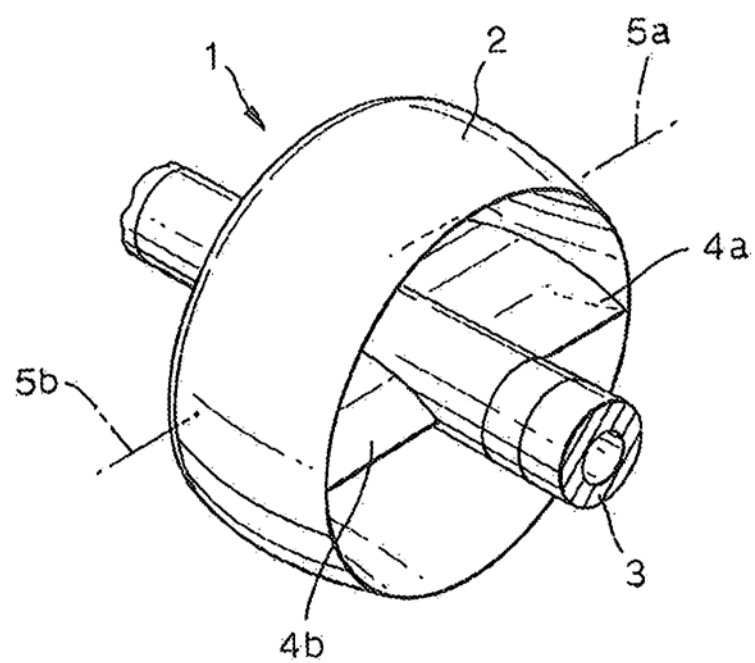


Fig.2.

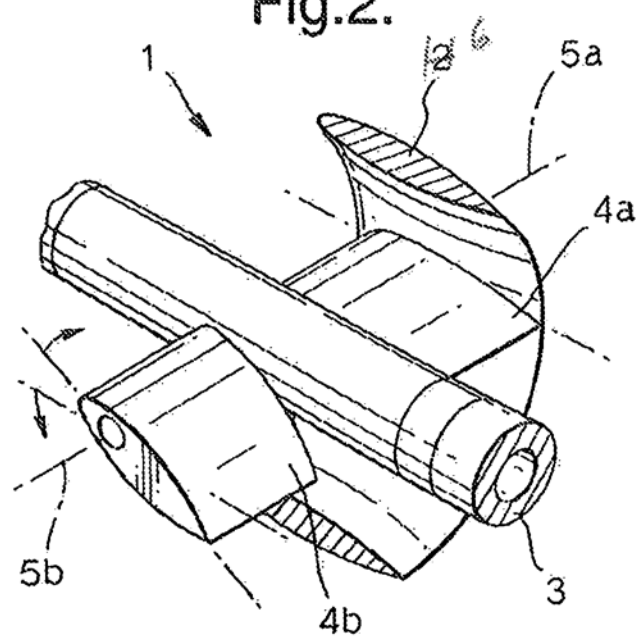


Fig.3c.

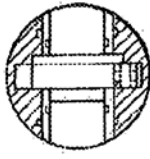


Fig.3d.

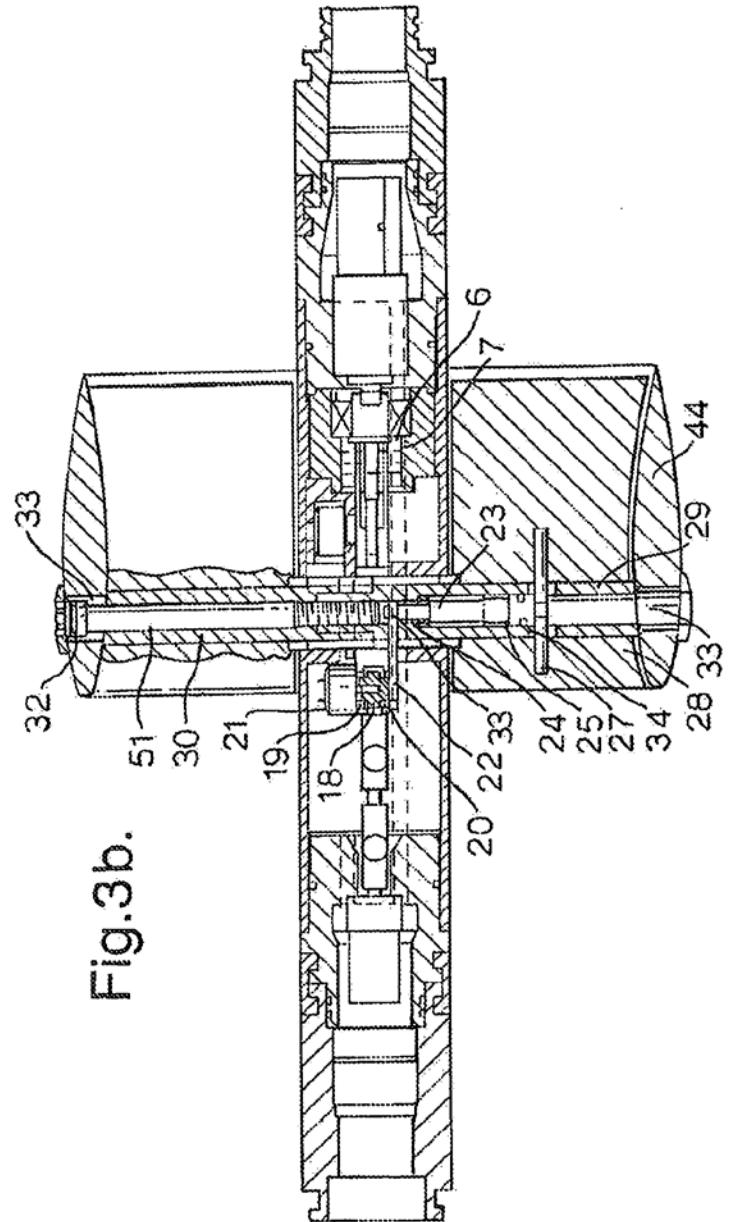
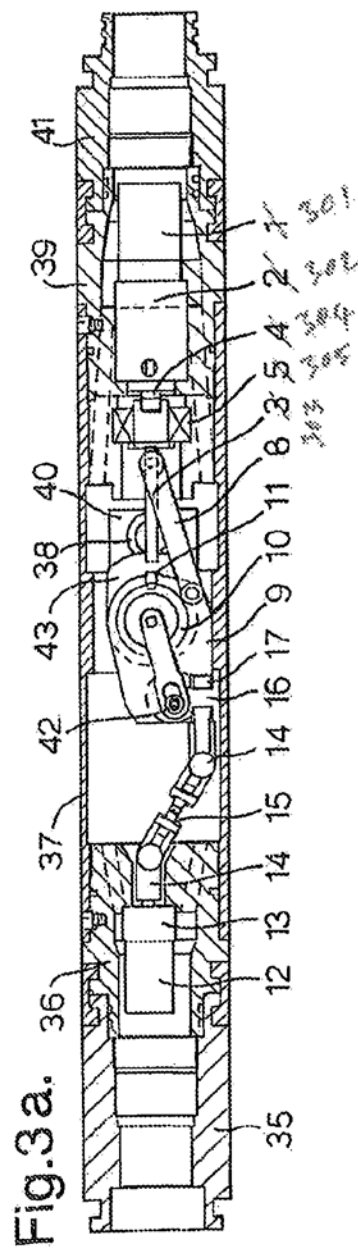
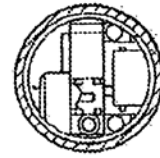


Fig.4.

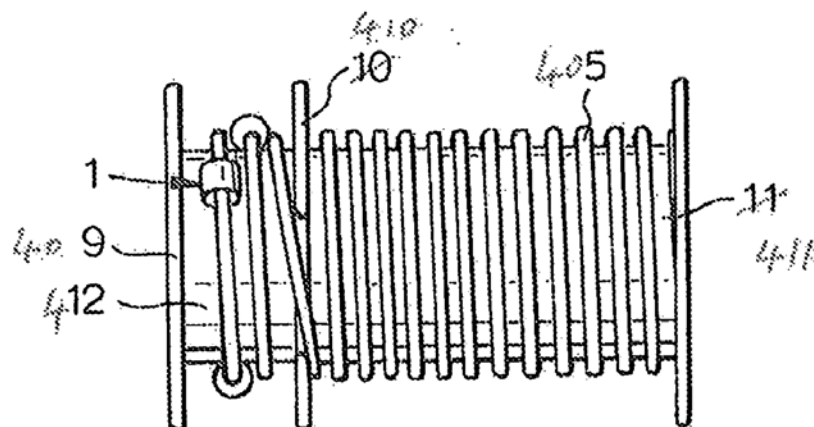


Fig.5.

